QK
583
S73
1877
Heft2
BOT

BEITRÄGE

ZUR

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DER

FLECHTEN

VON

E. STAHL,

PRIVATDOCENT DER BOTANIK IN WÜRZBURG.

HEFT II.

UEBER DIE BEDEUTUNG DER HYMENIALGONIDIEN.

LEIPZIG.

VERLAG VON ARTHUR FELIX.

1877.

STEVENSON MYCOLOGICAL LIBRARY
Smithsonian Institution

SMITHSONIAN
INSTITUTION
LIBRARIES

From the Library of

JOHN A. STEVENSON

BEITRÄGE

ZUR

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DER

FLECHTEN

VON

E. STAHL,
PRIVATDOCENT DER BOTANIK IN WÜRZBURG.

HEFT II.

UEBER DIE BEDEUTUNG DER HYMENIALGONIDIEN.

LEIPZIG.
VERLAG VON ARTHUR FELIX.
1877.

STEVENSON MYCOLOGICAL LIBRARY
Smithsonian Institution

QK
583
S73
1877
Heft 2
BOT

SMITHSONIAN
NOV 2 4 1999
LIBRARIES

I. Einleitung.

Nachdem Schwendener, auf Grund seiner umfassenden Untersuchungen, die von de Bary zunächst für die Collemaceen und Byssaceen aufgeworfene Frage nach dem Wesen der Flechten in dem Sinne eines eigenartigen Parasitismus, für die ganze frühere Classe der Lichenen, beantwortet hatte, so war es angezeigt und der Vollständigkeit der Beweisführung halber erheischt die, auf anatomisch-analytischem Wege gewonnenen Resultate durch die Synthese zu prüfen, den Versuch zu machen einen Flechtenthallus aus seinen beiden muthmaasslichen Componenten, Ascomycet und Alge, heranzuziehen. Denn, wenn auch die Untersuchungen von Schwendener, welche inzwischen durch die Beobachtungen von Bornet*), Frank**) u. a. vervollständigt wurden, den wahren Sachverhalt, so weit es auf dem eingeschlagenen Wege thunlich war, der Hauptsache nach klar gelegt hatten und die Annahme eines, bisher ohne Beispiel im Pflanzenreich dastehenden Parasitismus als die wahrscheinlichste Erklärung der vorliegenden Thatsachen angesehen werden musste, so war man doch zur Zeit noch immer den Gegnern der neueren Anschauung den aus der Synthese sich ergebenden Beweis schuldig geblieben: von keiner Flechte war die vollständige, mit der Keimung der Spore beginnende, mit der typischen Form des fructificirenden Thallus abschliessende Entwickelungsgeschichte bekannt.

Die im Folgenden mitgetheilten Beobachtungen sollen diese

---

*) E. Bornet: Recherches sur les gonidies des Lichens, in Annales des sciences nat. 5. Série 1873.

**) A. B. Frank: Ueber die biologischen Verhältnisse des Thallus einiger Krustenflechten, in Beiträge zur Biologie der Pflanzen von Cohn. 2. Bd. 2. Heft 1876.

Lücke ausfüllen; dieselben wurden an Flechten angestellt, die in Folge eigenthümlicher Verhältnisse, die denkbar günstigsten Versuchsobjecte bilden und daher ganz besonders geeignet sind die letzten Bedenken der Gegner der Schwendener'schen Ansicht zu beseitigen.

Die ersten, mit bestimmter Fragestellung angestellten Versuche, die Beweismittel Schwendener's auf dem Wege der Culturen zu vervollständigen veranstaltete Reess*), indem er die Sporen von Collema glaucescens auf oder besser neben Nostoc lichenoides aussäete. Er sah dabei die Keimschläuche des Pilzes in die Nostocgallerte eindringen, sich darin verästeln und einen Collemaartigen Thallusstock bilden, ohne jedoch zur Fructification zu gelangen.

Bornet**) wiederholte die Reess'schen Versuche, indem er die Sporen von Collema pulposum mit jungen Colonieen von Nostoc lichenoides zusammenbrachte. Er sah, wie Reess, die aus den Sporen hervorgegangenen Keimhyphen die Nostocgallerte durchwuchern. Die anfangs active Vegetation erlahmte jedoch bald und die Versuchsobjecte starben ab, ohne merklich an Grösse zugenommen zu haben. Bornet dehnte ausserdem seine Versuche auf heteromere Flechten aus. Er säete die Sporen von Parmelia parietina und Biatora muscorum auf die im Freien eingesammelte Alge Protococcus viridis. Die Keimschläuche oder ihre Verzweigungen legten sich an die grünen Algenzellen an und umsponnen sie mehr oder weniger. Die Culturen giengen aber bald durch übermässige Feuchtigkeit und Schimmel zu Grunde.

Nicht erheblich weiter gediehen die Culturen von Treub†), welcher Sorge hatte die zusammengebrachten Sporen und Gonidien verschiedenen Flechten zu entnehmen. Die mit den Gonidien in Berührung gekommenen Keimfäden bildeten zahlreiche Zweige, welche sich wiederum an die Algenzellen anlegten, die in Folge dieses Processes schliesslich ganz von Hyphen umfasst waren.

---

*) M. Reess: Ueber die Entstehung der Flechte Collema glaucescens. Monatsberichte der Berl. Acad. October 1871.

**) a. a. O. S. 93.

***) ibid. S. 65.

†) Lichenencultur. Bot. Zeitung 1873. Nr. 46.

Zur Bildung eines vollkommen heteromeren Lagers gelangen jedoch die Treub'schen Culturen ebensowenig wie die seiner Vorgänger und Nachfolger, ein Umstand in welchem die Gegner der Schwendener'schen Ansicht einen Grund finden wollten, um den bisher gewonnenen Culturergebnissen alle Beweiskraft abzusprechen*). Es war desshalb noch immer von Interesse die Flechtenfrage auch in dieser Richtung zum Abschluss zu bringen, das Zustandekommen eines ausgebildeten, Spermogonien und Apothecien tragenden Flechtenthallus aus den Sporen und Gonidien zu verfolgen; gelänge es ausserdem, durch Zusammenbringen der Sporen zweier verschiedener Flechtenpilze mit einer und derselben Gonidienform, die vollkommenen Thalli dieser Flechten zu züchten, so wäre die Flechtenfrage auf dem Wege der Culturen als definitiv gelöst zu betrachten.

Es ist eine ziemlich verbreitete Ansicht, dass die Bildung des Flechtenlagers aus Spore und Ernährungsalge sozusagen als Ausnahmefall zu betrachten sei, gegenüber der massigen Vermehrung und Verbreitung der Flechten durch die Soredien. Diese Ansicht mag wohl für viele Fälle zutreffend sein, — die sterilen, nur Soredienbrut hervorbringenden Lager vieler Arten liefern hierfür den besten Beweis, — bedenkt man aber, dass die Sporenbildung der Flechtenpilze vorzugsweise stattfindet in der feuchten Jahreszeit, welche auch ihren Ernährungsalgen die günstigsten Vegetationsbedingungen bietet, so wird man zugeben, dass, bei der ausserordentlich grossen Anzahl der erzeugten Sporen und der allgemeinen Verbreitung der dann fast überall in der Nähe der Flechtenlager frei wuchernden Ernährungsalgen, das Zustandekommen neuer Flechtenconsortien keineswegs zu den seltenen Erscheinungen gehören wird. Zudem giebt es eine Anzahl von Flechteu, bei welchen, in Folge höchst merkwürdiger Einrichtungen, die Entstehung des Thallus aus Sporen und Gonidien ganz regelmässig erfolgt: es sind dies die mit Hymenialgonidien versehenen Flechten.

---

*) Siehe Botanischer Jahresbericht III. S. 106.

STEVENSON MYCOLOGICAL LIBRARY
Smithsonian Institution

II. Angaben über Vorkommen, Entstehung und weiteres Verhalten der Hymenialgonidien.

Das Vorkommen von Gonidien im Inneren der Sporenfrüchte mancher Flechten wurde bestimmter zuerst von NYLANDER*) hervorgehoben, welcher diesen Gebilden einen speciellen Paragraphen seiner Synopsis widmete. Nach diesem Forscher unterscheiden sich dieselben von den gewöhnlichen Thallusgonidien durch die Art ihres Vorkommens (im Hymenium), durch ihre viel geringere Grösse und dünneren Membranen, in einigen Fällen auch durch eine verschiedene langgestreckte Gestalt. Diese, in der die Asci umgebenden Gallerte eingebetteten, grünen Zellen nannte NYLANDER Hymenialgonidien (gonidies hyméniales), unter welchem Namen wir sie auch verschiedentlich in den neueren systematischen Werken erwähnt finden.

Eingehender und entwickelungsgeschichtlich untersucht wurden die Hymenialgonidien von FÜISTING und in neuester Zeit von WINTER.

FÜISTING**) wies nach, dass bei Sitgmatomma cataleptum die Hymenialgonidien aus den Thallusgonidien hervorgehen. Bei der Anlage der Perithecien werden zahlreiche Gonidien in den jungen Knäuel eingeschlossen, welche wenigstens in den jüngsten Anlagen in nichts von den Thallusgonidien zu unterscheiden sind. In weiter vorgeschrittenen Perithecien ist das Verhalten der gonimischen Einschlüsse ein verschiedenes, je nachdem sie sich in dem einen oder andern Theile des Perithecium befinden. »Denn während die in »der Aussenschicht in grosser Zahl eingeschlossenen Gonidien früh»zeitig zu Grunde gehen und gänzlich verschwinden, beginnen »noch vor der Entwickelung der Anlage, die im inneren Theile »derselben befindlichen eine lebhafte Vermehrung durch abwech»selnde Theilung in zwei auf einander senkrechten Richtungen, »setzen diese aber nach einiger Zeit nur noch in dem durch das »Auftreten der ersten Periphysen entstehenden Hohlraume fort, den

*) Synopsis methodica lichenum. T. I. S. 47.

**) Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Lichenen von W. FÜISTING Bot. Zeitg. 1868. Nr. 42.

»sie bald ausfüllen und dessen Zunahme sie durch eine entspre-»chende Vermehrung bis zum Beginn der Schlauchbildung begleiten »und verschwinden aus dem inneren Theile der Anlage gänzlich. »— Schon die ersten Theilungsproducte besitzen ein auffallend ge-»ringes Wachsthum, das in Verbindung mit den vielfach wieder-»holten Theilungen die ausserordentliche Kleinheit der gonimischen »Einschlüsse hervorruft, und unstreitig den abnormen äusseren »Umständen, insbesondere den Einwirkungen des Perithecium zu-»zuschreiben ist.«

Winter*), welcher ebenfalls näher auf die Hymenialgonidienfrage eingeht, schliesst sich, was die Entstehungsweise derselben betrifft Füisting an. »Sie entstehen durch einen sehr regen Theilungsprocess der Thallusgonidien und zeigen in ihrer Form und Theilungsweise keine Unterschiede von den Thallusgonidien; sie sind jedoch blasser grün gefärbt als jene und weit kleiner.«

Neben diesen normalen Hymenialgonidien, die nur für einige pyrenocarpe, mit grossen gekammerten Sporen versehene Flechten characteristisch sind, finden sich in den jungen Sporenfruchtanlagen verschiedener Flechten gonimische Einschlüsse, die ebenfalls auf die Thallusgonidien zurückzuführen sind. Ich werde weiter unten auf dieselben zurückkommen und will hier bloss noch auf die zuweilen im Inneren der Sporenfrüchte anzutreffenden fremden Eindringlinge aufmerksam machen, zumal dieselben, wie es scheint, zu irrigen Vorstellungen Anlass gegeben haben.

So fand ich z. B. in älteren Sporenfrüchten von Collemaceen nicht selten im Hymenium, zwischen den Schläuchen und Paraphysen, Complexe reihenweise angeordneter grüner Algenzellen, die leicht zu der irrigen Vermuthung Anlass geben könnten, dass dieselben in den Ascis entstanden sein mögen**). Aus einer genaueren Untersuchung ergiebt sich aber, dass diese grünen Zellen nicht in den Ascis, sondern in den Zwischenräumen derselben enthalten sind. Aus dem Umstande ferner, dass sie nur in

---

*) Ueber die Gattung Sphaeromphale und Verwandte. Jahrb. f. wiss. Botanik von Pringsheim. B. X. S. 264.

**) Hiermit ist die Angabe von Arcangeli: Sulla questione dei gonidi in »Nuovo Giornale bot. Ital. vol. VII« zu vergleichen, wonach in den Sporen einiger Flechten, wie Collema microphyllum, Pannaria triptophylla u. s. w. grünlich gefärbte Phycochromkügelchen vorkommen sollen.

älteren, dem Absterben nahen Sporenfrüchten vorkommen, ergiebt sich, dass sie als nachträgliche Einwanderer zu betrachten sind.

Noch häufiger trifft man in den genannten Flechten Chroolepusfäden (Trentepohlia), welche sowohl die Sporenfrüchte als den Thallus in den verschiedensten Richtungen durchkreuzen, eine Folge der Eigenschaft dieser Alge sich in fremde Körper einzubohren*).

Wenn durch die Untersuchungen von Füisting und Winter die Abstammung der normalen Hymenialgonidien aus den Thallusgonidien klar gelegt worden, so war andererseits der auffallende Grössenunterschied beiderlei Formen noch immer nicht auf seinen wahren Grund zurückgeführt. Das weitere Verhalten der Hymenialgonidien, die Bedeutung derselben im Haushalte der betreffenden Flechten — alles Fragen, die für die Beurtheilung des ganzen Flechtenwesens von Bedeutung sind — finden wir nirgends weiter berücksichtigt. — Bei meinen Untersuchungen benutzte ich die, allein mir im frischen Zustande in genügender Menge zugänglichen, Arten Endocarpon pusillum und Polyblastia rugulosa. Die hierbei gewonnenen Resultate werden sich aber ohne Zweifel auf die übrigen mit Hymenialgonidien versehenen Formen übertragen lassen.

III. Endocarpon pusillum.

Endocarpon pusillum Hedwig**) ist eine kleine auf den Lösshügeln des Rheinthals ziemlich verbreitete Flechte, welche vorzugsweise an steil abfallenden, nackten, der Sonne ausgesetzten Wänden und Rainen anzutreffen ist, wo, bei üppiger Entwickelung, nicht selten grössere Strecken von den annähernd kreisrunden, am Rande gelappten Lagern bedeckt sind. Im trockenen Zustande ist der Thallus von grauer oder graubrauner Farbe; wird er be-

*) Siehe A. B. Frank l. c.

**) In einer vorläufigen Notiz in »Flora 1877 Nr. 7« habe ich diese Flechte mit dem Namen Dermatocarpon Schaereri Körber bezeichnet. Nach einer gütigen Mittheilung des Herrn Prof. Th. Fries in Upsala muss jedoch diese Flechte, nach den Regeln der Priorität, Endocarpon pusillum Hedwig genannt werden.

feuchtet, so schwillt er an und die nun durchschimmernden grünen Gonidien verleihen demselben eine oliven- oder schwach blaugrüne Färbung. Die Ränder des Thallus heben sich, besonders im trockenen Zustande, etwas von der Unterlage ab, woraus schon ersichtlich ist, dass derselbe nicht gleichmässig mit der ganzen Fläche der Unterlage angewachsen ist. Die Befestigung des Lagers an der so leicht durch atmosphärische Einflüsse verwitternden Lehmfläche ist vielmehr durch einen oder mehrere, in der Regel vom Centrum des Lagers ausgehende, Rhizinenstränge hergestellt. Diese Stränge dringen tief in die Unterlage ein und lösen sich dabei nach und nach in Zweige auf, aus welchen durch fortgesetzte Theilung ein mannigfach verzweigtes, mit einfachen Hyphen endendes Rhizinensystem hervorgeht, welches, bei schwacher Vergrösserung betrachtet, auffallend an ein reichlich verzweigtes Wurzelsystem höherer Pflanzen erinnert (Taf. VI. Fig. 1). — Befestigung an der Unterlage, sowie Zufuhr der mineralischen Nährstoffe, werden vorzugsweise durch dieses Rhizinensystem vermittelt; einfache Rhizinen gehen ausserdem von der ganzen Lagerunterfläche aus.

Am jungen Thallus sind die Rhizinenstränge farblos; später tritt Bräunung der Wände auf, sowohl an den dicken Strängen, als an den von ihnen ausgehenden, einfachen, quergegliederten Rhizinen; diese letzteren sind ganz nach Art der Wurzelhaare höherer Pflanzen mit den Bodenpartikelchen verwachsen.

Der Thallus ist meist reichlich mit Perithecien versehen, die bis auf die Papille, welche das Ostiolum umgiebt, in den Thallus eingesenkt sind. Fig. 1 auf Taf. V stellt ein mit einem ausgebildeten Perithecium versehenes Lagerfragment im Querschnitt dar.

Zu oberst finden wir die pseudoparenchymatische Rinde, welche aus zur Oberfläche senkrechten Zellreihen zusammengesetzt ist. Die den unteren Theil des Querschnittes einnehmende Markschicht besteht aus einem lockeren Hyphengeflecht, das an der unteren Lagergrenze, wo die Rhizinen entspringen, zu einem etwas dichteren Gefüge zusammentritt. Von einer unteren, pseudoparenchymatischen Rindenschicht, wie sie Winter*) abbildet, konnte ich ebensowenig an alten als an jungen Thalluslappen etwas wahrnehmen.

Die gleichmässig grün gefärbten Gonidien bilden eine zwischen

*) l. c. Taf. XVIII. Fig. 8.

STEVENSON MYCOLOGICAL LIBRARY
Smithsonian Institution

Mark und Rinde liegende Schicht, welche aus mehr oder weniger weit in die Rinde einspringenden Gruppen besteht; vereinzelte Gonidien finden sich ausserdem in dem Marke zerstreut. Durch ihren Theilungsmodus erweisen dieselben ihre Zugehörigkeit zur Algengattung Pleurococcus, bei welcher die Theilungen in der Regel rechtwinkelig auf einander und zwar abwechselnd in den drei Richtungen des Raumes erfolgen. Im Lager von Endocarpon sind jedoch Abweichungen von dem genannten Schema keineswegs selten; ausserdem werden die Theilungsproducte der einzelnen Gonidien durch dazwischen sich einschiebende Hyphen bald von einander getrennt, so dass grössere Gonidienverbände nur selten anzutreffen sind.

Die schwarzbraunwandigen, in den Thallus eingesenkten Perithecien zeigen den für die Mehrzahl der pyrenocarpen Flechten bekannten Bau. Die Paraphysen sind durch den Entleerungscanal umgebende Periphysen ersetzt. Der Grund des Peritheciums ist von den ascogenen Schläuchen eingenommen, von welchen aus die Asci in den Hohlraum hineinragen, den sie im feuchten Zustande beinahe vollständig ausfüllen.

In den Zwischenräumen der Asci, sowie in der im Peritheciumhohlraum reichlich vorhandenen Gallerte, welche bekanntlich ein Aufquellungsproduct der Membranen entleerter Asci darstellt, finden sich die äusserst zahlreichen blassgrünen Hymenialgonidien. Dieselben halte ich mit Füisting und Winter für Abkömmlinge der Thallusgonidien.

In dem ersten Hefte dieser Untersuchungen*) wurde, bei der Darstellung der Entwickelung der Sporenfrüchte von Collema microphyllum, auf das Vorkommen von Gonidien in den jungen Fruchtanlagen hingewiesen. Bei der Umhüllung des Ascogons und besonders bei der Paraphysenbildung werden Nostocschnüre in wechselnder Zahl in den jungen Knäuel mit eingeflochten, wo sie aber bald zu Grunde gehen und schliesslich nur noch als stark lichtbrechende Puncte zu bemerken sind.

Auch Füisting**) hatte Gonidieneinschlüsse in den jungen Sporenfrüchten von Blastenia ferruginea, Catillaria lutosa und anderen nicht näher bezeichneten Arten aufgefunden und es

*) S. 18.

**) a. a. O. S. 675, Note.

ist anzunehmen, dass dies eine ziemlich verbreitete Erscheinung sein wird bei denjenigen Flechten, deren Sporenfrüchte nach der Entwickelungsweise von Collema zu Stande kommen. Während aber bei allen diesen Formen die Gonidien nur vorübergehend sich in der Fruchtanlage behaupten können und aus dem Inneren derselben, schon vor deren völligen Ausbildung, verschwunden sind, so bleiben die in die Perithecienanlage von Endocarpon pusillum aufgenommenen Gonidien nicht nur am Leben, sondern zeigen eine ganz auffallende Vegetation. Die ansehnlichen Thallusgonidien zerfallen nämlich durch successive auf einander senkrechte Scheidewände in eine Anzahl kleiner kugeliger Zellen, welche sich üppig vermehren und deren Abkömmlinge, bei noch geschlossenem Perithecium, schon zahlreich in dem Hohlraum zwischen Periphysen und ascogenen Hyphen anzutreffen sind.

Der auffallende Grössenunterschied zwischen den Thallusgonidien (0,008—0,012 mm im Durchmesser) und den Hymenialgonidien (0,002—0,004 mm) musste, sobald man auf Grund der Entwickelungsgeschichte diese letzteren nicht mehr als fremde Eindringlinge betrachten konnte, die Aufmerksamkeit der Beobachter in Anspruch nehmen.

Nach Winter*) zeigen die »Gonidien oder besser Pleurococcuszellen die Eigenthümlichkeit, dass sie innerhalb der Flechte, »mit fortschreitender Theilung immer kleiner werdend, ein weiteres »Wachsthum nicht besitzen. Sie behalten die durch die Theilung »erlangte Grösse bei . . . . . gelangen sie aus dem Perithecium »in's Freie, so erlangen sie durch fortgesetzte Theilungen, mit »vorangehendem Wachsthum, ihre normale Grösse wieder.« Winter gibt zwar nicht an, was er unter normaler Grösse versteht; zudem dürfte es, bei den so sehr wechselnden Dimensionen dieser Alge, schwer sein dieselbe genauer zu präcisiren. Da aber der genannte Pleurococcus, wie wir weiter unten sehen werden, im Inneren des Flechtenthallus seine grössten Dimensionen erreicht, so ist die Winter'sche Erklärung jedenfalls nicht zutreffend. Auch die andere Angabe, nach welcher die im Peritheciumhohlraum eingeschlossenen Gonidien mit fortschreitender Theilung immer kleiner werden sollen, gilt nur für das anfängliche Verhalten. Die einmal

*) a. a. O. S. 264.

frei im Hymenium vegetirenden Gonidien behalten, trotz der zahlreichen Theilungen, eine mittlere Grösse bei.

Füisting*) schreibt die ausserordentliche Kleinheit der Hymenialgonidien den abnormen äusseren Umständen, unter welchen sie im Inneren des Peritheciums vegetiren zu; nach ihm verschwinden sie später gänzlich aus dem inneren Theil der Sporenfrucht. — Hiergegen muss ich bemerken, dass die Hymenialgonidien niemals aus den Perithecien von Endocarpon pusillum verschwinden: so lange in denselben Sporen und entwickelungsfähige Asci vorhanden sind, so lange finden wir auch die Hymenialgonidien in reger Theilung begriffen und zahlreich in Längsreihen zwischen den einzelnen Ascis angeordnet (Taf. V fig. 2).

Jeder Ascus enthält in der Regel zwei Sporen von etwas ungleichen Dimensionen, welche denselben beinahe ausfüllen. Die das weitere obere Ende desselben einnehmende Spore ist breiter und zugleich etwas kürzer als diejenige, welche den unteren Theil desselben einnimmt. Im reifen Zustande stellen die Sporen hellbraune, vielzellige, pseudo-parenchymatische Körper von ansehnlicher Grösse dar.

Ausstreuung der Sporen und Hymenialgonidien. Die Entleerung der reifen Sporenschläuche geschieht, bei Wasserzufuhr, auf die für die Mehrzahl der Flechten bekannte Weise. Die im trockenen Zustande nur einen Theil der Peritheciumhöhlung ausfüllenden, zusammengeschrumpften Asci saugen begierig das Wasser auf, indem zugleich ihre Membranen, sowie die im Hymenium reichlich vorhandene Gallerte stark aufquellen. Dabei wird der ganze Peritheciumhohlraum von seinem sich ausdehnenden Inhalte angefüllt und es entsteht eine starke Spannung zwischen dem festen Gehäuse, welches dem Ausdehnungsstreben seines Inhalts nicht nachzugeben vermag und diesem letzteren. Die reifen Asci platzen an ihrem Scheitel und die Sporen werden aus dem plötzlich collabirenden Schlauche mit grosser Kraft, oft bis auf mehrere Centimeter weit ausgeschleudert. Durch diesen längst bekannten Disseminationsmodus der Flechtensporen wird die Beobachtung der Keimung wesentlich erleichtert, denn es lassen sich

*) a. a. O. S. 675.

dieselben rein von aller Beimischung auf Glasplatten, welche man über die angefeuchteten Flechtenlager anbringt, auffangen.

Die auf diese Weise aufgefangenen Sporen von Endocarpon pusillum findet man ohne Ausnahme von einem dicht anliegenden Hofe der blassgrünen Hymenialgonidien umgeben (Taf. V fig. 3). Jede Spore erhält eine schwankende Anzahl (durchschnittlich 20—40) von Hymenialgonidien zur Mitgift, und, so lange keimfähige Sporen ausgeworfen werden, sind sie von den an ihrer klebrigen Oberfläche anhaftenden Hymenialgonidien begleitet*). Trotzdem ist im Hymenium keine auffallende Verminderung dieser letzteren zu bemerken; ihre Vegetation hält also offenbar Schritt mit der Sporenbildung und mit jeder ausgeworfenen Spore wird ein Theil der in der Gallerte um den platzenden Ascus eingebetteten Gonidien aus dem Perithecium ausgestossen.

Keimung der Sporen, Verhalten der Hymenialgonidien bei der Keimung. Die auf Glas oder Glimmerplättchen aufgefangenen Sporen keimen, bei genügender Feuchtigkeit, sofort nach ihrer Ausstreuung. Ein Theil der aus den einzelnen Sporenfächern austretenden Keimschläuche legt sich sogleich an die blassen, der Spore übrigens eng anliegenden Hymenialgonidien an und schon nach wenigen Tagen zeigen die umwachsenen, oder auch bloss festgehaltenen Gonidien auffallende Veränderungen (Taf. V fig. 4). Das vorher bleichgrüne, sparsam vorhandene, nicht gleichmässig vertheilte Chlorophyll (Taf. VI fig. 2) verleiht nun den stark herangewachsenen Gonidien eine gleichmässige sattgrüne Färbung (Taf. V fig. 4).

Dass die Grössenzunahme der Gonidien lediglich dem Einfluss des Ascomyceten zuzuschreiben ist, geht aus dem Vergleiche von Präparaten wie fig. 4 und 5 auf Taf. V hervor, welche einer und derselben Objectträgercultur entnommen sind und also, bis auf die Keimfähigkeit der Sporen, unter denselben äusseren Bedingungen zu Stande gekommen sind.

Da jede ausgeworfene Spore mit einer annähernd gleichen Zahl von Hymenialgonidien versorgt ist, so sind Zahl-, Grösse- und Farbeunterschiede der Pleurococcuszellen in beiden Fällen

*) Es mag hier bemerkt werden, dass diese Erscheinung mit Sicherheit nur an frisch eingesammelten Lagern zu beobachten ist. An älteren Herbarexemplaren lässt sich dieselbe nicht mehr wahrnehmen

lediglich der Beeinflussung seitens des Ascomyceten zuzuschreiben. Während nämlich die von den Keimschläuchen berührten Gonidien (Taf. V fig. 4) sich nicht oder kaum durch Theilung vermehrt, dagegen bedeutend an Grösse zugenommen haben, so hat sich um die beiden abgestorbenen Sporen ein Hof winziger Gonidien gebildet, die in Grösse und Aussehen ihren Eltern gleich geblieben sind.

Kehren wir zur keimenden Spore zurück. Während, wie wir gesehen, ein Theil der Keimschläuche sich sofort bei ihrer Entstehung an die Hymenialgonidien anlegt, um dieselben nach und nach mit einem allseitig geschlossenen Netz zu umgarnen (Taf. V fig. 6), so zeigen andere gleich anfangs ein abweichendes Verhalten; dieselben wachsen, der Unterlage (in diesem Fall Glas oder Glimmerplatten) angeschmiegt von der Spore aus in gerader Richtung fort, verzweigen sich hie und da und bilden um die Spore ein strahlenartiges System von Hyphen; kommen sie in ihrem weiteren Verlaufe hie und da mit Gonidien in Berührung, so scheinen sie sich nicht um dieselben zu kümmern: diese Hyphen entsprechen den auf normalem Substrat von der Spore direct in die Unterlage eindringenden Rhizinen, welche den Flechtenthallus mit seinen mineralischen Nährstoffen versorgen.

Auf den Objectträgerstellen gehen die ersten Keimungsstadien ziemlich rasch vorüber, bald aber tritt eine merkliche Verlangsamung des Wachsthums ein. Dieser letzteren kann zwar durch Zusatz geeigneter Nährlösungen bis zu einem gewissen Grade gesteuert werden und es konnten auf diese Art die Culturen bis über sechs Monate lang kräftig erhalten bleiben. Dabei kam es jedoch nie bis zur Bildung eines in Rinde und Mark differenzirten Lagers: alle weiteren Veränderungen beschränkten sich auf Zunahme des bereits vorhandenen, auf Bildung mehr oder weniger ansehnlicher Sorediencomplexe.

Der Grund dieser Misserfolge mag wohl weniger in einer mangelhaften Ernährung liegen als in der Schwierigkeit die geeigneten Feuchtigkeitsverhältnisse herzustellen. Da Endocarpon pusillum in der Natur auf trockene, der Sonne ausgesetzte Standorte angewiesen ist, so liegt es auf der Hand, dass es schwer sein wird für die auf Objectträgern ausgesäeten Sporen auch nur annähernd dieselben Bedingungen herzustellen, welchen sie in der Natur ausgesetzt sind. Es musste daher ein anderer Weg einge-

schlagen werden und nach einigen Versuchen erwies sich folgende Einrichtung als die zweckmässigste für das rasche Gedeihen der Culturen.

Poröse, irdene Gefässe, wie solche als Untersätze zu Blumentöpfen benutzt werden, wurden nach vorhergehender sorgtältiger Reinigung mit, dem Standorte der Flechte entnommenem, in Wasser fein vertheilten und ausgekochtem Lehm angefüllt. Nach Abzug des Wassers durch die porösen Wände des Napfes, war die Oberfläche des abgesetzten Lehmes ganz glatt, wodurch die Untersuchungen wesentlich erleichtert wurden. Das Ganze wurde auf einen Teller gebracht und mit einer geräumigen Glocke bedeckt. Um einen geringen, aber constanten Feuchtigkeitsgrad herzustellen, welcher für das rasche Gedeihen der Culturen ganz wesentlich förderlich ist, wurden die mit Lehm angefüllten Untersätze zeitweise in Wasser gestellt, so dass dasselbe nur langsam durch die porösen Wände hindurch in den Culturboden eindringen konnte. Die Aussaaten wurden wie bei den Objectträgerculturen ausgeführt. Die Näpfe liessen sich nämlich, nachdem die Lehmoberfläche etwas angetrocknet war, umgekehrt in einiger Entfernung über die Perithecien führenden Lager bringen und auf diese Weise konnten dichte Aussaaten der Sporen von Endocarpon mit den daran haftenden Hymenialgonidien ausgeführt werden.

Auf dergestalt hergerichtetem Substrate geht die Bildung des Thallus ziemlich rasch von Statten. Schon nach wenigen Tagen findet man die Sporen des grössten Theils ihrer Reservestoffe entleert, wobei dann die Kammerung derselben viel deutlicher hervortritt. Von den Keimschläuchen umspinnen die einen die Hymenialgonidien, die anderen dringen in die Unterlage ein und bilden die ersten Rhizinen. Der Einfluss des Ascomyceten macht sich auch hier in einer starken Grössenzunahme der Gonidien bemerkbar, dank welcher die jungen Anflüge schon nach wenigen Tagen mit blossem Auge als grüne Puncte an der glatten Lehmoberfläche zu bemerken sind.

Fig. 7 auf Taf. V stellt eine nicht ganz drei Wochen alte Thallusanlage vor, an welcher noch die zwei aus einem Ascus entstammenden Sporen erhalten sind. Der hier dargestellte Fall, dass nämlich zwei Sporen mit den anhängenden Hymenialgonidien das Material einer Thallusanlage bilden, wird wohl der in der

Natur am häufigsten vorkommende sein, da die in einem Ascus entstandenen Schwestersporen auch bei der Ausstreuung vereinigt bleiben. Ist jedoch in den Culturen die Aussaat dichter ausgefallen, so findet man nicht selten mehrere solche aus je zwei Sporen hervorgegangenen Thallusanlagen dicht aneinander gedrängt. Anfangs von einander wohl unterschieden, berühren sie sich bald in Folge ihrer Flächenzunahme, die Grenzen der einzelnen Lagerschüppchen verschwinden und das Ganze verwächst zu einem einzigen an seinem Rande fortwachsenden Thallus.

Die junge Thallusanlage (Taf. V fig. 7) ist gleich anfangs in einen oberirdischen gonidienhaltigen und einen unterirdischen Theil gesondert. Der oberirdische Theil, der eigentliche Thallus der Lichenologen, zeigt anfangs einen sehr einfachen Bau. Das Innere bildet ein fast interstitienloses Gemenge von Gonidien und Hyphen, welches nach aussen von einer einfachen pseudoparenchymatischen Hyphenlage abgeschlossen wird.

Der unterirdische Theil des Lagers, der Hypothallus der Lichenologen entspringt zum Theil direct aus den Sporen, zum Theil aus der Unterfläche des jungen Lagers. Er besteht aus farblosen, quergegliederten, vielfach verzweigten und anastomosirenden Hyphen, welche theils vereinzelt verlaufen, theils sich zu Strängen vereinigen, von denen schon frühe einer alle anderen an Mächtigkeit zu übertreffen pflegt und sich zu dem starken anfangs erwähnten Rhizinenstrang entwickelt.

In dem oberirdischen, gonidienhaltigen Theil kommt die Sonderung in Rinden-, Mark- und Gonidienschicht, wie wir dieselbe im ausgebildeten Thallus antreffen, nur allmählich zu Stande. Diejenigen Lager, bei welchen dieselbe schon stattgefunden hat, sind im feuchten Zustande an ihrer hellgrünen matten Oberfläche schon mit Hülfe der Lupe von den noch undifferenzirten zu unterscheiden, welche durch ihre dunklergrüne, im feuchten Zustand glänzende, Oberfläche ausgezeichnet sind. Beiderlei Entwickelungsstadien kommen nebeneinander auf denselben Culturen vor: die Differenzirung tritt in gleich alten Lagern bald früher, bald später ein, ohne dass sich eine bestimmte Beziehung zwischen Grösse und innerer Structur wahrnehmen liesse. So fand ich nicht selten Thallusschüppchen von weniger als 0,1^{mm} im Durchmesser, die nichts desto weniger schon geschichtet waren, während andere

weit grössere noch die einfachere, oben erwähnte Structur aufwiesen. Begünstigt wird diese Differenzirung, wie das Wachsthum der Flechte überhaupt, durch einen geringen aber constanten Feuchtigkeitsgrad, durch übermässige Feuchtigkeit wird dieselbe wesentlich beeinträchtigt.

Die mehrschichtige Rinde entwickelt sich aus der oberflächlichen einfachen Zellschicht, welche wenigstens nach oben, die junge Thallusanlage abschliesst. Die einzelnen Zellen derselben wachsen zu Papillen aus, die sich senkrecht zur Thallusoberfläche erheben, durch Querwände theilen, um sich nachher unter Breitenzunahme mit einander zu vereinigen und ein compactes, eng zusammenhängendes Gewebe, die Rinde, zu bilden. In anderen Fällen entsteht die mehrschichtige Rinde einfach durch allmähliche Dickenzunahme der einfachen Zellschicht mit entsprechender Quertheilung der einzelnen Zellen. Diese Vermehrung der Rindenzellen findet bald gleichzeitig auf der ganzen Thallusoberfläche statt, bald tritt sie zuerst an einzelnen Puncten auf, so dass ein Theil der Lageroberfläche von einer mehrschichtigen Rinde bekleidet sein kann, während andere Theile noch von einer einfachen Zellschicht umgeben sind.

Ungefähr gleichzeitig mit der Bildung der Rinde differenzirt sich auch das Innere der Anlage. In dem der Unterlage genäherten Theil findet eine Lockerung des Hyphengewebes unter Bildung von Luftlücken statt. Durch diesen Vorgang, wie durch die Bildung der mehrschichtigen Rinde geht die anfangs gleichmässige Vertheilung von Hyphen und Gonidien verloren: die Hyphen überwuchern sowohl nach oben als nach unten die Gonidien, welche nunmehr eine mittlere Lage zwischen Rinde und Mark einnehmen, wo sie die Gonidienschicht bilden.

Die ersten Spermogonien erscheinen in den jungen Lagern bald nachdem dieselben die soeben erwähnte Entwickelungsstufe erreicht haben; zuweilen fand ich welche in Lagern mit noch einfacher Rinde. Dieselben sind von eiförmiger Gestalt und ganz in den Thallus eingesenkt, so dass sie äusserlich ihre Gegenwart meist nur durch die zahlreichen vor dem Porus angehäuften Spermatien verrathen. Gonidien sind in der Regel keine darin enthalten; jedenfalls kann ich die Winter'sche Angabe*), wonach

*) a. a. O. S. 249.

die Spermogonien von Sphaeromphale fissa Gonidien enthalten, welche den Hymenialgonidien der Perithecien gleich sind für Endocarpon pusillum nicht bestätigen. In der grossen Anzahl von jugendlichen Lagern, die ich durchmusterte, fand ich nur auf wenigen Querschnitten von Spermogonien einzelne von Hyphen umsponnene Gonidien, für welche ausserdem die Möglichkeit nicht ausgeschlossen war, dass sie erst durch die Präparation in diese Lage gekommen sein möchten.

Die ersten Spermogonien erschienen, in den erwähnten Culturen, vier bis sechs Wochen nach der Aussaat und bald darauf zeigten sich die ersten Perithecienanlagen, zu deren völligen Ausbildung jedoch noch eine geraume Zeit erforderlich war, so dass die ersten Sporen erst nach vier bis fünf Monaten heranreiften. Der ganze Entwicklungsgang von Endocarpon pusillum — von Spore zu Spore — wurde also in dem angegebenen verhältnissmässig kurzen Zeitraum durchlaufen*) und somit ergibt sich aus der genaueren Verfolgung eines Beispieles, dass die Entwickelung mancher Flechten keineswegs so lange Zeit beansprucht, als man es fast allgemein anzunehmen geneigt ist.

Einfluss einseitiger Beleuchtung auf das Wachsthum des Thallus. Die im Freien an den der Sonne ausgesetzten Rainen wachsenden Lager von Endocarpon pusillum zeigen einen nahezu kreisförmigen Umriss. Die ältesten Theile des Thallus sind die mittleren dem centralen Rhizinenstrang genäherten; durch Marginalwachsthum nimmt der Thallus an Umfang zu und zwar ungefähr gleichmässig nach allen Richtungen, wodurch die oben erwähnte circuläre Gestalt des Lagers bedingt wird. Ganz gleich verhalten sich Culturexemplare, welche während ihrer Entwickelung einer von allen Seiten her gleichmässigen Beleuchtung ausgesetzt worden waren.

Trägt man aber Sorge, dass die Culturen constant nur von einer Seite und zwar durch schief auf die Lehmfläche auffallendes Licht beleuchtet werden, so findet das Randwachsthum nicht mehr gleichmässig nach allen Richtungen statt. Die Thallusfläche vergrössert sich fast ausschliesslich nach der von der Lichtquelle ab-

*) Es unterliegt keinem Zweifel, dass, in zur günstigsten Jahreszeit angelegten Culturen, sich diese Entwickelungsdauer noch bedeutend verkürzen liesse.

gekehrten Seite; an der entgegengesetzten, dem Lichte zugewendeten Seite hört das Wachsthum auf oder wird wenigstens auf ein Minimum reducirt. Dadurch kommt an unter solchen Bedingungen herangewachsenen Lagern der Rhizinenstrang, und mit ihm der Anheftungspunct des Lagers nicht mehr in das Centrum, sondern an die eine (der Lichtquelle zugekehrte) Seite desselben zu liegen. Zugleich bleibt der Thallus nicht mehr dem horizontalen Substrate angeschmiegt, sondern hebt sich von demselben unter Bildung eines mehr oder weniger steilen Winkels ab, dessen Scheitel die Anheftungsstelle des Lagers bildet. Auf diese Weise wird die Thallusoberfläche der Lichtquelle zugewendet und kommt in eine für die Assimilation günstige Lage.

Die vom Lichte abgekehrte Seite zeigt die Beschaffenheit der im gewöhnlichen Falle dem Substrat angeschmiegten Thallusunterseite; sie ist reichlich mit Rhizinen versehen; Geschlechtsorgane werden nur an der Lichtseite erzeugt, eine Erscheinung, auf welche ich bereits in dem ersten Hefte dieser Beiträge hingewiesen habe. Schon weiter oben wurde auf den schädlichen Einfluss anhaltender übermässiger Feuchtigkeit auf die Thallusbildung hingewiesen.

An älteren Exemplaren von Endocarpon, welche bereits die normale Thallusstructur zeigen, macht sich derselbe in einer Aufgedunsenheit des Lagers bemerkbar, wobei vorzugsweise die Thallusränder verunstaltet werden. Der äusserste gonidienfreie Rand, welcher an gesunden, unter normalen Bedingungen gewachsenen, Lagern bloss einen schmalen weissen Saum bildet, schwillt unter diesen Umständen hypertrophisch an zu einem weissen schwammigen Hyphengeflecht, in welchem nur wenige Gonidien enthalten sind.

In noch auffallenderem Maasse werden diejenigen Thallusanlagen verändert, bei welchen die Rinde noch auf eine einfache Zelllage beschränkt ist. Die einzelnen Zellen dieser Schicht, welche bei normalem Entwickelungsgang papillenartig auswachsen, um durch ihre Vereinigung die aus zur Thallusoberfläche senkrechten Zellreihen bestehende Rinde zu bilden, verlängern sich unter dem Einfluss zu grosser Feuchtigkeit abnormer Weise und wachsen zu langen quergegliederten Fäden aus, die, bei gleichmässiger Beleuchtung, nach allen Richtungen von der Thallusanlage ausstrahlen, bei einseitiger Lichtzufuhr dagegen, wie viele andere Pilzhyphen (Sporangienstiele von Mucor, Pilobolus

u. s. w.) der Lichtquelle entgegen wachsen. Wenn aber die Wachsthumsrichtung dieser abnorm sich verlängernden Hyphen in so auffallendem Maasse durch das Licht beeinflusst wird, so ist anzunehmen, dass dieselben auch dann, wenn sie sich normaler Weise zu Rindenzellen ausbilden, diesem Einfluss folgen und dazu beitragen, die Oberfläche des sich aufbauenden Thallus dem Lichte zuzukehren. Sollte sich diese Vermuthung durch weitere Versuche bestätigen, so hätten wir hier den Fall, dass die zu dem einfallenden Lichte senkrechte Richtung eines Pflanzentheils durch den positiven Heliotropismus seiner einzelnen Componenten bedingt würde.

Verhalten der frei gewordenen Hymenialgonidien auf Lehm. Zwischen den jungen, durch Sporenaussaat erhaltenen Lagern von Endocarpon pusillum stellen sich fast regelmässig grüne glänzende Schleimhäufchen ein, welche aus bleichgrünen ellipsoidischen Zellchen zusammengesetzt sind, die sich ohne Schwierigkeit als Abkömmlinge von Hymenialgonidien erkennen lassen. In der That ist es ein leichtes in diesen Schleimhäufchen noch die ungekeimten, abgestorbenen Flechtensporen aufzufinden, in deren Gesellschaft die Gonidien ausgeworfen worden waren.

Die frei vegetirende Alge zeigt äusserst geringe Dimensionen. Die kleineren Exemplare kommen den im Hymenium enthaltenen Gonidien an Grösse gleich, die grösseren übertreffen dieselben nur wenig. Sie sind von einem zarten hyalinen Gallerthofe umgeben, der im Wasser wenig kenntlich, deutlicher nach Zusatz von Reagentien hervortritt. Das spärliche Chlorophyll liegt meist einseitig der Wandung an; der übrige Zellinhalt ist feinkörnig, nicht selten mit einem oder mehreren stark lichtbrechenden Fetttröpfchen, deren häufig zwei vorhanden sind, welche dann die beiden Brennpuncte der ellipsoidischen Zelle einnehmen. Die Theilungen treten, abweichend von den Thallus- und Hymenialgonidien, fast ausschliesslich senkrecht zur Längsachse des Ellipsoids auf, wonach unsere Alge in diesem Stadium zu der Gattung Stichococcus Nägeli zu rechnen wäre, welcher die Gattung Pleurococcus jedenfalls sehr nahe steht, wenn nicht selbst, auf Grund weiterer Untersuchungen, beide Gattungen vereinigt werden müssen.

Von den lebhaft und gleichmässig grüngefärbten Thallusgonidien (Taf. VI fig. 5 und 6) wird die sich selbst überlassene Alge

weit an Grösse übertroffen. Hieraus aber, wie aus der Beobachtung der bei der Keimung stattfindenden Vorgänge, ergiebt sich auf's Deutlichste, dass der Grössenunterschied zwischen den Gonidien im Thallus und denen im Peritheciumhohlraume nicht, wie es Füisting*) annahm, den abnormen äusseren Umständen, unter welchen die Hymenialgonidien im Inneren des Peritheciums ausgesetzt sind, zuzuschreiben sind; die Gonidien im Thallus verdanken ihre grösseren Dimensionen vielmehr dem Einfluss des Ascomyceten. In der That stimmen die frei im Hymenium zwischen den Ascis vegetirenden Gonidien bis auf ihren abweichenden Theilungsmodus nahezu mit der auf Lehm gezogenen Alge überein (Taf. VI fig. 2 u. 3); zuweilen nimmt zwar auch die freie Alge, namentlich in trockener gehaltenen Culturen, grössere Dimensionen und kugelige Gestalt an (Taf. VI fig. 4), ohne jedoch den ausgewachsenen Thallusgonidien gleichzukommen; hierbei tritt dann auch wieder die für die Gattung Pleurococcus characteristische Theilungsweise, bald unvermittelt ein; bald wird dieselbe nur allmählich durch Bildung nicht mehr paralleler, sondern auf einander geneigter, sich schliesslich treffender Querwände eingeleitet. Die Art der Theilung ist jedenfalls hier als das secundäre zu betrachten, welches durch die in den beiden Fällen verschiedene Gestalt und Wachsthumsweise bedingt wird.

Es ist schon die Vermuthung ausgesprochen worden**), dass die vielleicht seit Generationen an die Hyphen gebundenen Gonidien, wegen constant und erblich gewordener Ernährungsverhältnisse, nicht mehr selbstständig zu vegetiren vermögen. Wenn die Vermuthung irgendwo ihre Bestätigung finden sollte, so dürfte dies bei den mit Hymenialgonidien versehenen Flechten zu erwarten sein. Meine Beobachtungen an Endocarpon pusillum und an der weiter unten zu besprechenden Polyblastia rugulosa lassen eine derartige Annahme nicht aufkommen. Die Grösse der sich selbst überlassenen Algenzellen ist zwar durchschnittlich viel geringer als die ihrer, im Flechtenthallus als Gonidien fungirenden, Speciesgenossen. — Die rasche Vermehrung der winzigen, frei auf

*) a. a. O. S. 675.

**) A. B. Frank. Ueber die biologischen Verhältnisse des Thallus einiger Krustenflechten (Beiträge zur Biologie der Pflanzen von Ferd. Cohn. Bd. II Heft 2.

Lehm vegetirenden Zellen lässt sich jedoch mit einer mangelhaften Ernährung nicht zusammenreimen: die verschiedenen Grössen- und Gestaltungsverhältnisse werden wohl lediglich den verschiedenen mechanischen, bzw. physikalischen Bedingungen, welchen unsere Algen ausgesetzt sind, zuzuschreiben sein.

IV. Thelidium minutulum Körber.

Diese kleine pyrenocarpe Flechte*) ist ein fast constanter Begleiter von Endocarpon pusillum; die geringe Grösse der Perithecien, die Unscheinbarkeit des Thallus, der Umstand ferner, dass dieselbe meist mit Soredien anderer Flechten und Algenkrusten untermischt vorkommt, lassen sie jedoch an den natürlichen Standorten leicht übersehen.

In den nach der oben beschriebenen Weise angestellten Culturen von Endocarpon stellt sich dieselbe beinahe regelmässig ein, sobald grössere Lehmstücke zur Aussaat verwendet worden waren. Die Lager von Endocarpon haben meist schon eine ansehnliche Grösse erreicht, bevor nur eine Spur von Thelidium anzutreffen ist. Zunächst stellen sich hie und da zwischen den jungen Thallusschüppchen von Endocarpon grüne sorediенartige Anflüge ein, die rasch an Grösse und Zahl zunehmen und, noch lange bevor Endocarpon pusillum entwickelte Sporenfrüchte trägt, finden sich zwischen den erwähnten Thalluskrümchen die bereits mit reifen Sporen versehenen Perithecien von Thelidium minutulum ein.

Da diese Flechte, mit Ausschluss aller anderer Lichenen, sich beinahe regelmässig in den Culturen einstellte, das Hinzukommen von Soredien aber durch die Art der Aussaat ausgeschlossen war, so lag es nahe zu vermuthen, dass dieselbe die Eigenthümlichkeit von Endocarpon pusillum benützend, ihren Thallus mit Hülfe der Hymenialgonidien dieser letzteren aufgebaut haben möchte. Diese Vermuthung wurde auch bald durch die directe Beobachtung bestätigt.

---

*) Die Bestimmung dieser Flechte verdanke ich der Güte des Herrn Professor Theodor Fries in Upsala.

Nach den vielen Versuchen, welche über die Keimung der sich selbst überlassenen Flechtensporen vorliegen, braucht es kaum noch betont zu werden, dass nach dem Verbrauch der Reservestoffe die aus den Sporen von Thelidium hervorgegangenen Mycelien ihr Wachsthum einstellen, um nach kürzerer oder längerer Frist zu Grunde zu gehen.

Bringt man dagegen auf geeignetem Substrate die betreffenden Sporen mit den Hymenialgonidien von Endocarpon zusammen, so erhält man nach verhältnissmässig kurzer Zeit den Thallus, bald auch die Perithecien von Thelidium minutulum. Hiemit erklärt sich das fast stetige Auftreten dieser kleinen Flechte in den Culturen von Endocarpon: mit den Sporen und Gonidien dieser letzteren werden auch die Sporen von Thelidium auf den geeigneten Culturboden ausgestreut und finden in Pleurococcus die ihnen zusagende Ernährungsalge. — Die Sporen anderer Flechtenarten, welche in Gesellschaft von Endocarpon pusillum wachsen, wie Collema cheileum, Verrucaria epigaea, Lecanoraarten werden wohl auch gelegentlich mit ausgesäet; da dieselben aber auf andere Ernährungsalgen angewiesen sind, so bringen sie es niemals zur Bildung eines Thallus.

Der Umstand, dass zwei verschiedene Ascomyceten eine und dieselbe Algenspecies als Ernährerin benützen, tritt am anschaulichsten hervor, wenn die drei Organismen auf einem kleinen Raume zusammengebracht werden. — Fängt man einige Endocarponsporen in einem Wassertropfen auf einem Objectträger auf, so bleiben nicht alle Hymenialgonidien an den Sporen anliegen; ein Theil derselben verbreitet sich in dem Wassertropfen. Lässt man nun zu solch einer Aussaat Sporen von Thelidium hinzutreten, so findet man nach wenigen Tagen die Keimschläuche dieser letzteren an einzelne der Hymenialgonidien festgewachsen (Taf. V fig. 8. 9. 10). An den Berührungsstellen von Alge und Hyphe treibt diese letztere Aestchen, welche die Algenzelle umspinnen, während sie selbst meist weiter wächst, um eine zweite Alge einzufangen und so fort.

Der Einfluss des Pilzes auf die Alge macht sich wie bei Endocarpon in einer Grössenzunahme derselben bemerklich, wobei zugleich der Chlorophyllgehalt stark zunimmt und das Chlorophyll selbst sich mehr gleichmässig auf die ganze Peripherie der Zelle

STEVENSON MYCOLOGICAL LIBRARY
Smithsonian Institution

vertheilt. Nach einiger Zeit findet man die umsponnenen Pleurococcuszellen getheilt. Durch abwechselnd nach den drei Richtungen des Raums auf einander senkrecht erfolgende Querwände entsteht aus jeder umsponnenen Zelle ein Gonidiencomplex von annähernd würfelförmiger Gestalt. Hier werden nämlich nicht wie bei Endocarpon die Theilproducte einer Zelle durch das dem Ascomyceten eigene Wachsthumsgesetz auseinandergeschoben, sondern dieselben behalten zeitlebens die durch die Theilung gegebene gegenseitige Anordnung. Mit den Theilungen der Alge halten die Hyphen Schritt: sobald eine Gonidie in zwei Tochterzellen zerfallen ist, schieben sich Hyphenästchen zwischen die sich trennenden Zellen ein, um die neuen Wandflächen zu umkleiden. Alles weitere Wachsthum beschränkt sich auf die regelmässige Vermehrung des Pleurococcus mit entsprechender Wucherung der umhüllenden Pilzhyphen, welche jede ausgewachsene Algenzelle mit einem einfachen Netz umgeben (Taf. VI fig. 14); niemals kommt es wie bei Endocarpon zur Bildung eines geschichteten Thallus; der gonidienhaltige Theil des Lagers von Thelidium minutulum erhebt sich niemals über den soredialen Zustand.

Auf Lehmculturen, wie dieselben für Endocarpon pusillum hergestellt wurden, lässt sich Thelidium leicht in grösserer Quantität erhalten, wenn man eine bereits mit den reinen Gonidien von Endocarpon bestreute Lehmfläche mit den Thelidiumsporen besäet. Wie schon oben angegeben wurde, entwickelt sich Thelidium viel rascher als das zur gleichen Zeit ausgesäete Endocarpon. Meist schon nach drei Monaten fand ich in den zahlreichen Perithecien reife Sporen, so dass der ganze Entwicklungsgang des Flechtenpilzes sich in der angegebenen Zeit vollzogen haben musste.

Die Perithecien (Taf. VI fig. 13) stehen mit dem gonidienhaltigen Theil des Lagers in keiner unmittelbaren Beziehung; sie entwickeln sich an dem Mycelium, welches das lehmige Substrat durchzieht und zusammenhält und zwar nicht selten entfernt von allen Gonidien. Sie weisen den Bau des Verrucarientypus auf und enthalten in jedem Ascus acht ansehnliche, durch eine Querwand in zwei Kammern getheilte Sporen.

---

*) Die Ernährungsalge von Endocarpon lässt sich leicht in beträchtlicher Menge aus den in Gesellschaft keimungsunfähiger Sporen ausgeworfenen Hymenialgonidien züchten.

In Endocarpon pusillum und Thelidium minutulum haben wir zwei durch den Bau ihrer Perithecien jedenfalls nahe verwandte Flechtenpilze, welche dieselbe Algenspecies als Ernährerin benutzend, sich nichts desto weniger im morphologischen Aufbau ihres Consortiums wesentlich verschieden verhalten.

Endocarpon pusillum zeigt uns die Flechtenorganisation in einer hoch differenzirten Form. Der gonidienführende Theil des Pilzkörpers bildet ein geschlossenes Ganzes, das, eine bestimmte Lage zum Licht einnehmend, frei dem Substrate aufsitzt, in welches es wurzelähnliche Hyphenstränge hineinsendet. Die Spermogonien und Perithecien entstehen im Innern des gonidienführenden Lagers, dessen scharfe Individualisirung sich gleich bei seiner Entstehung bemerken lässt. Das einmal (aus Sporen und Hymenialgonidien, zu Stande gekommene Lager wächst an seinem Rande fort; weitere Grössenzunahme beschränkt sich in der Regel auf Vermehrung des bereits Vorhandenen; nur ausnahmsweise treten Verschmelzungen zuerst getrennter Lager ein.

Im Gegensatze zu Endocarpon ist bei Thelidium minutulum der gonidienführende Theil des Thallus ein sehr reducirter, er bildet gleichsam nur ein Anhängsel des übrigen im Innern des Substrats verlaufenden Myceliums, an welchem die Perithecien entstehen. Hierdurch ist auch noch der andere Unterschied bedingt, dass der Thallus kein geschlossenes Ganzes bildet. Die Hyphen verbreiten sich im Substrat und an dessen Oberfläche unbegrenzt weiter; treffen sie auf ihrem Verlaufe ihre freie Ernährungsalge, so können sie dieselbe umspinnen und ein neues Sorediennest bilden. Auf diese Weise kann sich das Mycelium in verhältnissmässig kurzer Zeit auf grössere Strecken ausbreiten, so lange es die nothwendigen Bedingungen seiner Existenz (die Ernährungsalge) auf seinem Wege findet.

V. Polyblastia rugulosa Massal.

In der Synopsis methodica lichenum*) von Nylander (welcher zuerst auf das regelmässige Vorkommen von Gonidien im

*) S. 47.

Hymenium mancher Flechten hinwies), findet sich bereits die Angabe, dass neben den kugeligen Hymenialgonidien, die sich von den Thallusgonidien nur durch ihre weit geringeren Dimensionen und zarteren Wandungen unterscheiden, auch andere vorkommen, die durch ihre cylindrische, beinahe spermatienförmige Gestalt ausgezeichnet sind.

Schwendener*) wies auf die Uebereinstimmung dieser, von ihm im Hymenium von Sphaeromphale fissa und Polyblastia intercedens aufgefundenen, stäbchenförmigen Gebilde mit der frei vorkommenden Alge Stichococcus bacillaris hin, ohne jedoch dieselben in Beziehung mit den kugeligen Thallusgonidien zu bringen. Er vermuthet vielmehr, dass dieselben erst nach Bildung des »Tubulus«, also bei offenem Perithecium eingewandert sein mögen.

Winter**) lässt die Frage nach der Herkunft dieses Stichococcus unentschieden, jedoch hält er es für wahrscheinlich, dass derselbe nur eine Form der Thallusgonidien vorstelle, die durch eine abweichende Theilung (nur in einer Richtung des Raumes) hervorgerufen werde.

Diese stäbchenförmigen Hymenialgonidien kommen in einer Anzahl von Arten des Formenkreises von Polyblastia vor und, soweit meine eigenen Erfahrungen reichen, immer mit Ausschluss der mehr kugeligen Form, wie wir sie bei Endocarpon pusillum angetroffen haben. Zu meinen Untersuchungen benutzte ich eine lehmbewohnende Form der sonst auf dem Mörtel alter Mauern verbreiteten Polyblastia rugulosa.

Der ächt krustenförmige Thallus dieser Flechte ist mit seiner ganzen Unterfläche dem Substrate angewachsen und bildet grössere zusammenhängende Krusten von höckeriger, runzeliger Oberfläche. Die mit ihrer Basis dem Thallus eingesenkten, durch ihre dicken schwarzen Wandungen ausgezeichneten Perithecien verrathen durch ihren inneren Bau die nahe Verwandtschaft unserer Flechte zu Endocarpon pusillum. In jedem Ascus (Taf. VI fig. 7) entstehen in der Regel acht Sporen, welche in eine Anzahl von Kammern getheilt sind. Die Zwischenräume zwischen den Sporenschläuchen

*) Erörterungen zur Gonidienfrage. Flora 1872 Nr. 15.
**) a. a. O. S. 264.

sind mit zahlreichen, in gerade Reihen angeordneten Hymenialgonidien erfüllt. Für die Herkunft dieser stäbchenförmigen Gonidien gilt dasselbe wie für die kugeligen Hymenialgonidien von Endocarpon pusillum: sie sind Abkömmlinge der Thallusgonidien.

Die Gonidien im Thallus sind auffallend von denen im Hymenium verschieden; sie sind bald kugelig, bald etwas gestreckt und schliessen sich in ihrem Theilungsmodus den Pleurococcusgonidien von Endocarpon an, von welchen sie jedoch durch ihre geringere Grösse und besonders durch die Vertheilung des Chlorophylls in wandständige, mehr oder weniger einspringende Platten verschieden sind. Solche, aus dem Thallus entnommene, von dem Hyphenverbande befreite, und für sich auf einem Objectträger weiter cultivirte, Gonidien findet man nach einiger Zeit durch successive (nach den drei Richtungen des Raumes) auf einander senkrechte Querwände in eine grosse Anzahl von Theilproducten zerfallen. Diese letzteren wachsen aber nicht wieder zu kugeligen Zellen heran ähnlich denjenigen, von welchen sie abstammen, sondern sie nehmen eine cylindrische Gestalt an und theilen sich ausschliesslich durch zur Längsaxe des Cylinders senkrechte Querwände. Die Theilungsproducte fallen meist bald auseinander und verlängern sich um sich bald wieder zu theilen, und wir haben auf diese Weise die nach Art von Pleurococcus sich theilenden Gonidien in die unter dem Namen Stichococcus bekannte Algenform übergeführt.

Dieser Stichococcus ist identisch mit den im Hymenium vorhandenen stäbchenförmigen Gonidien und es lassen sich auch in ganz jungen Peritheciumanlagen die verschiedenen Stadien des Zerfallens der Thallusgonidien auffinden: wenn also die Alge im Peritheciumhohlraum dieselbe Gestalt, Grösse und Theilungsmodus zeigt wie im freien Zustand, so ist das davon verschiedene Verhalten im Thallus auch hier dem Einfluss des Ascomyceten zuzuschreiben, was auch durch die Beobachtung der bei der Sporenkeimung stattfindenden Vorgänge bestätigt wird.

Bei der Entleerung der Sporenschläuche wird mit den Sporen zugleich eine Anzahl Stichococcuszellen ausgeworfen, welche wie bei Endocarpon pusillum an der klebrigen Oberfläche der Sporen haften bleiben (Taf. VI fig. 8). Auf den Objectträgern,

welche man über die befeuchteten Lager dieser Flechte angebracht hat, findet man die Sporen meist zu Gruppen von vier bis acht vereinigt, die nach der Keimung, zusammen mit den Gonidien, je einen gemeinschaftlichen Sorediencomplex bilden, so dass also hier in der Regel eine grössere Anzahl von Sporen zur Bildung eines Thallus beiträgt.

Bei der Keimung der Sporen wiederholen sich die für Endocarpon pusillum geschilderten Vorgänge, nur dass sich hier der Einfluss des Ascomyceten auf die Alge noch weit auffallender gestaltet. — Die frei im Hymenium wachsenden (Taf. VI fig. 8) Stichococcuszellen zeigen äusserst geringe Dimensionen: der Querdurchmesser der Zellen schwankt zwischen 0,002 und 0,003 mm; der Längsdurchmesser ist grösseren Schwankungen unterworfen und kann ein mehrfaches des anderen betragen. Ein Chlorophyllband liegt einseitig der Wandung an; der übrige Inhalt ist feinkörnig und manchmal mit einem oder mehreren Fetttröpfchen versehen; einen Zellkern konnte ich nicht wahrnehmen.

Bei Berührung mit den aus den einzelnen Sporenfächern hervortretenden Keimschläuchen, welche die Hymenialgonidien umspinnen, nehmen die verlängerten, cylindrischen Stichococcuszellen nach und nach die kugelige Gestalt der Thallusgonidien an. Der Einfluss des Pilzes macht sich, wie bei der zuerst besprochenen Flechte, in einer Grössenzunahme geltend, die aber zugleich mit einer auffallenden Gestaltveränderung verbunden ist. Die stäbchenförmigen Zellen schwellen bis zu einem mehrfachen ihres ursprünglichen Volumens an, entweder gleichmässig in ihrer ganzen Länge oder zunächst vorwiegend an einem Ende, so dass nicht selten, aber nur vorübergehend, birnen- oder flaschenförmige Gestalten zum Vorschein kommen (Taf. VI fig. 12). Nach einiger Zeit findet man alle umsponnenen Algenzellen mit den Characteren der Thallusgonidien ausgestattet; mit der Grössenzunahme geht auch eine reichliche Vermehrung der Chlorophyllplatten von Statten, wie dies aus dem Vergleich der Thallusgonidien mit den freien, mit einem einzigen Chlorophyllband versehenen Stichococcuszellen hervorgeht. Diese letzteren behalten ihre geringen Dimensionen bei und vermehren sich lebhaft, so lange sie mit den Keimschläuchen nicht in Beziehung kommen (Taf. VI fig. 9). Ob bedeutendere Grösse, verschiedene Gestalt und damit verbundene

abweichende Theilungsweise des von dem Ascomyceten befallenen Stichococcus bloss unter den vorliegenden Bedingungen zu Stande kommen, will ich hier nicht weiter untersuchen, ich hoffe bei der Darstellung des vollständigen Entwickelungscyclus dieser Alge hierauf zurück zu kommen. Hier kam es nur zunächst darauf an zu zeigen, dass, unter gleichen äusseren Bedingungen, Grösse und Gestaltunterschiede auf die angedeutete Ursache zurückzuführen sind; denn hier, wie bei Endocarpon pusillum, ist die geringere Grösse der freien Stichococcuszellen nicht etwa einer mangelhaften Ernährung zuzuschreiben, eine Annahme der ja schon die ausgiebige Vermehrung der Alge widerspricht. Auf Lehm gebracht vermehrt sich dieselbe in kurzer Zeit in grossem Massstabe, behält aber ihre cylindrische Gestalt (Taf. VI fig. 10) und theilt sich ausschliesslich durch zur Längsaxe senkrechte Wände. Nach länger andauernder Cultur auf dem genannten Substrat entstehen unter günstigen Umständen Ruhezustände, über deren weitere Entwickelung ich später mitzutheilen gedenke.

Polyblastia rugulosa ist weit weniger zur Cultur geeignet als Endocarpon pusillum. Während sich in zur selben Zeit, im September 1876, angelegten Aussaaten der letztgenannten Flechte schon lange reife Sporen entwickelt haben, so hat Polyblastia rugulosa allerdings üppige Thalluskrusten gebildet; von Spermogonien und Sporenfrüchten ist aber zur Zeit (April 1877) noch nichts wahrzunehmen.

VI. Ergebnisse und Schlussbemerkungen.

Bei den mit Hymenialgonidien versehenen Flechten entsteht der Thallus regelmässig*) durch das Zusammentreten der Sporen des Ascomyceten mit der Alge; diese Lichenen sind desshalb ganz besonders geeignet uns über die Entstehung des Flechtenlagers aus seinen beiden Componenten einen definitiven Aufschluss zu geben. Bisher waren die Bemühungen verschiedener Forscher in dieser Richtung ohne durchgreifenden Erfolg geblieben, die Ver-

*) Dass eine Vermehrung der Lager durch Soredien, durch Theilung der Lager u. s. w. dabei nicht ausgeschlossen ist, versteht sich von selbst.

STEVENSON MYCOLOGICAL LIBRARY
Smithsonian Institution

suche, namentlich die mit heteromeren Flechten angestellten, an scheinbar unüberwindlichen Hindernissen gescheitert. Eine der Hauptschwierigkeiten, das Schaffen reiner, von allen Hyphenbestandtheilen befreiter Gonidien fällt bei den hier betrachteten Formen hinweg: die Gonidien werden von dem Ascomyceten selbst im Inneren der Peritheciumanlage von dem Verbande mit den Thallushyphen befreit und vegetiren isolirt weiter zwischen den dem Ascomyceten zugehörigen Theilen der Sporenfrucht. Diese winzigen Hymenialgonidien, welche in ihrer Grösse nahezu mit der freien, auf Lehm sich selbst überlassenen Alge übereinstimmen, werden bedeutend an Volumen übertroffen von den vom Pilze umsponnenen Thallusgonidien, welche ihre grösseren Dimensionen der Einwirkung des Ascomyceten verdanken.

Die in reger Theilung begriffenen Hymenialgonidien entnehmen ihre mineralischen Nährstoffe den sie umgebenden Hymeniumbestandtheilen, dass sie dem Ascomyceten dafür einen Theil ihrer Assimilationsproducte zukommen lassen, ist angesichts der, bei ihrem geringen Chlorophyllgehalt noch immer ansehnlichen Vermehrung höchst unwahrscheinlich.

Wenn aber auch diese, einigermaassen an die entophyten Algencolonieen von Anthoceros, Azolla u. s. w. erinnernden Hymenialgonidien, so lange sie in dem Peritheciumhohlraume enthalten sind, dem Ascomyceten keinen augenscheinlichen Nutzen bringen, so tritt dagegen ihre Bedeutung im Haushalte der betreffenden Flechten in ganz auffallender Weise bei der Bildung neuer Thalli hervor. Beide Componenten des Flechtenthallus — Alge und Spore des Ascomyceten — werden zusammen aus dem Perithecium ausgeworfen, eine Einrichtung, durch welche die Erhaltung des Flechtenconsortiums gesichert wird, wie dies in vielen anderen Fällen durch die Bildung von Soredien geschieht.

In der kleinen Gruppe von Lichenen, welche Gonidien in ihrem Hymenium bergen, tritt uns der Flechtentypus in einem seiner merkwürdigsten Repräsentanten entgegen; nirgends wohl geht die gegenseitige Anpassung von Alge und Pilz, die, zwar nicht uneigennützige Schonung des letzteren für seine kleine, ihm unentbehrliche Ernährerin so weit als bei diesen interessanten Formen, bei welchen, Dank dieser Einrichtung, das Zustandekommen eines vollständigen, Spermogonien und Sporenfrüchte tragenden

Flechtenthallus, unter Anwendung gewisser Vorsichtsmaassregeln, sich mit Leichtigkeit beobachten und beliebig wiederholen lässt.

Hiemit fallen die noch jüngst seitens der Lichenologen gehegten Bedenken gegen die von DE BARY angebahnte, von SCHWENDENER erfolgreich durchgeführte Ansicht über das Wesen der Flechten und die Beziehungen der Hyphen zu den Gonidien hinweg und die an Thelidium minutulum gemachten Wahrnehmungen entziehen der gegnerischen Auffassung alle Stütze: die experimentell festgestellte Thatsache, dass ein Flechtenpilz mit Hülfe der, einer anderen Species entnommenen, Gonidien seinen Thallus aufbaut, widerlegt aufs entschiedenste die ältere Anschauung, nach welcher die Gonidien die assimilirenden Organe der, als einheitliche Organismen gedachten Flechten sein sollen. Dies wird wohl jeder denkende Forscher zugeben.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. V.

Fig. 1. Querschnitt durch den Thallus von Endocarpon pusillum bei ungefähr hundertfacher Vergrösserung.

Fig. 2. Fragment aus dem Hymenium derselben Flechte. Links ein Ascus mit noch ungetheiltem Inhalte; daneben ein solcher mit zwei reifen Sporen; weiter nach rechts ein entleerter Sporenschlauch. Die Zwischenräume zwischen den Ascis sind mit kugeligen Hymenialgonidien erfüllt. $\frac{320}{1}$.

Fig. 3. Zwei frische aus dem Perithecium ausgeschleuderte Sporen mit daran haftenden Hymenialgonidien. $\frac{320}{1}$.

Fig. 4 u. 5 von derselben Objectträgercultur — Fig. 4. Die Hymenialgonidien haben in Folge der Umspinnung seitens der aus den Sporen hervorgedrungenen Keimschläuche bedeutend an Grösse zugenommen, wie aus dem Vergleiche der daneben liegenden von dem Pilze unberührten grünen Zellen hervorgeht. Bei *a* zwei Pleurococcuscolonieen, die aus einzelnen Hymenialgonidien entstanden sind. $\frac{320}{1}$.

Fig. 5. Zwei abgestorbene Sporen. Die mit denselben ausgeworfenen Hymenialgonidien haben sich stark vermehrt, ohne jedoch merklich an Grösse zuzunehmen.

Fig. 6. Aelteres Keimungsstadium einer auf dem Objectträger cultivirten Spore. Die Gonidien sind allseitig von den Hyphen umsponnen; ausserdem gehen von der Spore strahlenförmig noch andere, der Unterlage sich anschmiegende Keimfäden aus, welche sich hie und da verzweigen und nicht selten eine beträchtliche Länge erreichen. $\frac{320}{1}$.

Fig. 7. Eine von einer Lehmcultur entnommene junge Thallusanlage mit zwei noch daran haftenden Sporen. Das gonidienhaltige Innere ist nach oben von einer zusammenhängenden Zellschicht umgeben. $\frac{320}{1}$.

Fig. 8. 9. 10. Sporen von Thelidium minutulum, deren Keimschläuche Hymenialgonidien von Endocarpon umsponnen haben.

Taf. VI.

Fig. 1. Zwei fünf Monate alte Lager von Endocarpon pusillum auf Lehm cultivirt. Die Rhizinensysteme sind durch Schlemmen von den daran haftenden Erdpartikelchen befreit. $\frac{5}{1}$.

Fig. 2—6. Gonidien derselben Flechte. $\frac{750}{1}$.

Fig. 2. Frisch ausgeworfene Hymenialgonidien.
Fig. 3. Dieselben nach längerer Cultur auf Lehm.
Fig. 4. Auf Objectträgern gezogene, grössere Abkömmlinge der Hymenialgonidien.
Fig. 5. Gonidien aus dem jungen Thallus.
Fig. 6. Gonidien aus älteren Thallustheilen (in der Nähe der Perithecien).
Fig. 7—12. Polyblastia rugulosa Massal.
Fig. 7. Ein Fragment von dem Hymenium. Ein acht reife Sporen einschliessender Ascus; daneben einige junge Schläuche und Ueberreste der entleerten Asci. Zwischen denselben die stäbchenförmigen Hymenialgonidien (Stichococcuszellen). $\frac{320}{1}$.

Fig. 8. Vier frisch ausgeworfene, von Hymenialgonidien begleitete Sporen. $\frac{320}{1}$. Darüber einige Hymenialgonidien srärker vergrössert. $\frac{750}{1}$.

Fig. 9. Auf Thon cultivirte Hymenialgonidien (Stichococcus). $\frac{750}{1}$.

Fig. 10. Von einer Lehmcultur entnommene Hymenialgonidien. $\frac{750}{1}$.

Fig. 11. Gonidien aus einem jungen durch Aussaat erhaltenen Thallus. $\frac{750}{1}$.

Fig. 12. Noch theilweise die Stichococcusgestalt aufweisende, erst seit kurzem umsponnene, Gonidien. $\frac{750}{1}$.

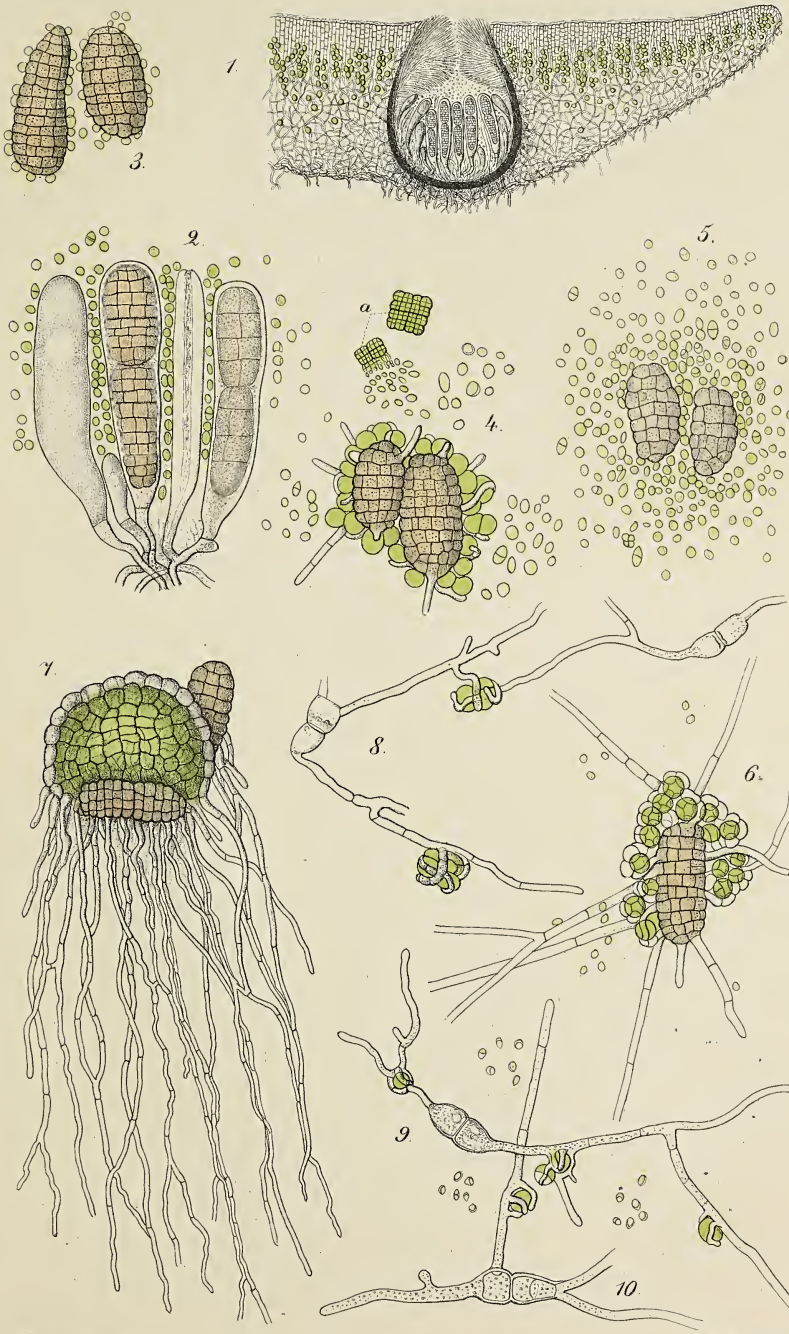
Fig. 13—15. Thelidium minutulum.

Fig. 13. Schematisirtes Bild eines Thallus mit Perithecium. An dem Thallus sind der gonidienhaltige und der gonidienlose Theil zu unterscheiden. An dem letzteren, welcher sich hauptsächlich in der Unterlage ausbreitet, entstehen die mit ihrer Basis dem Lehmsubstrat eingesenkten Perithecien. Die allseitig vom Pilze umsponnenen Gonidienhaufen zeigen annähernd quadratischen Umriss.

Fig. 14. Ein Fragment des gonidienführenden Thallustheils. Die Pleurococcuszellen (Abkömmlinge der Hymenialgonidien von Endocarpon pusillum) theilen sich durch, abwechselnd nach den drei Richtungen des Raumes erfolgende, Scheidewände; die Hyphen schieben sich zwischen die von einander weichenden Theilungsproducte ein. $\frac{480}{1}$.

Fig. 15. Reife Sporen von Thelidium. $\frac{480}{1}$.

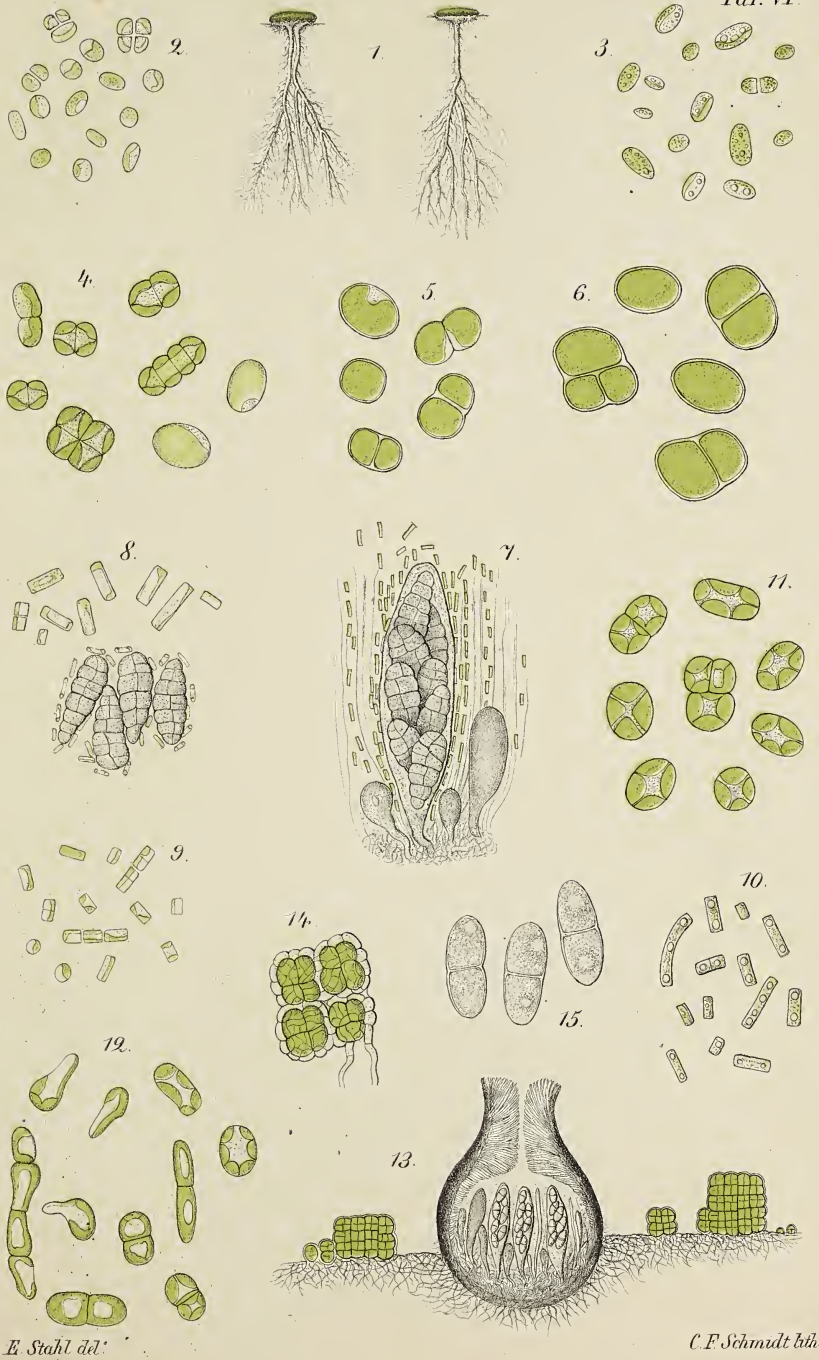
Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.



E. Stahl del.

C. F. Schmidt lith.

Taf. VI.



E. Stahl del.

C.F. Schmidt lith.

Verlag von Arthur Felix in Leipzig.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00908 9467

Soeben ist erschienen:

Botanische Untersuchungen

über

Schimmelpilze

von

Dr. Oscar Brefeld.

III. Heft:

Basidiomyceten I.

gr. 4. Mit 11 lithographirten Tafeln. 24 *M.*

Heft I enthält: *Mucor Mucedo, Chaetocladium Jones'ii, Piptocephalis Freseniana. Zygomiceten.* Mit 6 lithogr. Tafeln. 1872. 11 *M.*

Heft II „ *Die Entwickelungsgeschichte von Penicillium.* Mit 8 lithogr. Tafeln. 1874. 15 *M.*

Als Beweis für die Werthschätzung der mykologischen Untersuchungen Brefeld's möge nachstehende Besprechung aus Zarncke's Literarischem Centralblatt dienen.

„Schon in dem ersten Hefte seiner mykologischen Untersuchungen hatte sich Brefeld als geschickter und scharfsinniger Beobachter niederer Organismen gezeigt. In noch höherem Masse gilt dies von dem zweiten Hefte, in welchem endlich die Entwicklungsgeschichte des allverbreiteten und doch bisher so unbekannt gebliebenen Penicillium mit unübertrefflicher Präcision lückenlos gegeben ist. Es ist hier sowohl die Bildung der Conidien von der Aussaat einzelner Sporen bis zum daraus entstandenen sporentragenden Mycelium verfolgt, als auch namentlich die so vielfach vergeblich gesuchte geschlechtliche Fortpflanzung und die in so entstandenen Sclerotien erfolgende Askosporenbildung von Penicillium endlich gefunden worden. Dieser Pilz erhält dadurch, seiner angeblichen unendlichen Formvariation entkleidet, seine systematische Stellung in der Nähe der Erysiphen und Tuberaceen. Abgesehen von den an und für sich so höchst interessanten Ergebnissen ist die Arbeit wegen ihrer mustergültigen, strengen Methode auch Allen, die auf dem Gebiete der niederen Pilze arbeiten oder sich ein Urtheil über deren Entwicklung und möglichen Einfluss bilden wollen, warm zu empfehlen."

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.